

星 川 清 親*: イネ科の反足細胞について (1)
コムギの反足細胞

Kiyochika HOSHIKAWA*: On the antipodal cells in Gramineous plants (1)

Antipodal cells of *Triticum aestivum* L.

イネ科植物では胚嚢内に3個以上の反足細胞を形成するものがある。イネでは7~8細胞あり、オオムギでは30~40細胞もあるといわれ種によって反足細胞の数にはかなりの差異がある事が知られているが、同一の種であっても研究者によってその細胞数についての相違が見られる。例えばコムギでは Percival (1921) は6~10個といい、Körnicker (1896) は36個以上と記載している。このような差異があるという事は反足細胞数が種に一定のものではないかの如き感を抱かせるが、それが品種・系統による差異であるのか、或いは生育環境等の影響する所のものであるのかの検討をまつ必要がある。又、タケ科についても山浦(1933)によれば反足細胞は、ネマガリダケ *Sasa paniculata* var. *paniculata* では300個以上、Schnarf(1927)によれば *Bambus Bambos* では60個以上の極めて多細胞の組織となることが報告されている。

反足細胞は受精後の胚乳の發育に伴って退化消失するもので、胚乳の初期發育に必要な栄養的関与をすると考える説が強いが、トウモロコシで知られているように反足細胞が完熟後も残存して養分貯蔵組織となる場合もあり、その機能の点でも今後の検討が望まれている。このようなイネ科の反足細胞の形態と機能の差異をひろくいろいろな種について比較し、それが系統上の類縁性とどのような関連をもっているかを検討する事は興味ある問題であると考えらる。

そこでまずコムギの反足細胞についての観察を胚嚢形成に伴って発生学的に行なった結果、反足細胞は胚嚢内に卵装置、極核と同時に分化された当初は3細胞であるがその後、追加分裂を続けて多細胞となると共に特殊な吸足を分化する事を見出し、反足組織が胚嚢の成熟に関与するものではないかと考えるに至った。又その数は個体差、品種間差および生育環境による差異は殆んどなくむしろ胚嚢の age によって著しく異なる事も判った。反足細胞のこのような性質は他のイネ科植物一般について多少とも基礎的な論議の参考資料となる事であろうと考え、本報においてはその観察結果をやや詳細に紹介してみることにした。

観察結果と考察

コムギの胚嚢は *polygonum* 型に属する発生によって8核となり(第1図)、卵装置、

* 東京大学農学部作物学研究室 Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

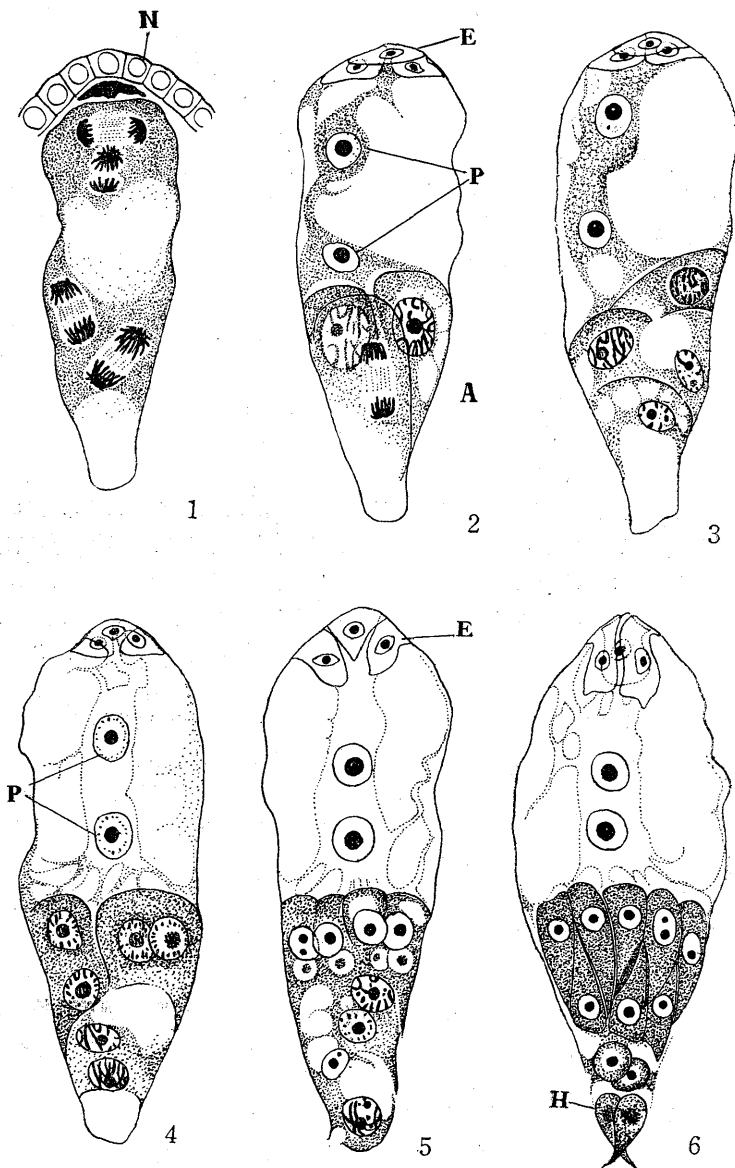
極核及び反足細胞が分化形成される。これは開花の約 8~9 日前頃である。多くの植物では胚嚢の 2 核期に両核の間に液胞が発達して両核を珠孔極とカラザ極に位置させるが、コムギでは 2 核期にカラザ極にも大きな液胞が発達するために 2 核は珠孔極と胚嚢のほぼ中央とに位置する。この二つの液胞にはさまれた核が第 2, 第 3 の分裂の結果 4 核となりそのうち 1 核を極核として珠孔側の液胞内に押し出し、残りの 3 核が反足細胞となるのである。従って分化、形成当初の反足細胞はカラザ極には位置せず胚嚢のほぼ中央よりに位置する(第 2 図)。3 個の反足細胞のうち最もカラザよりに位置する細胞はカラザ極側液胞に接しているが、その液胞と接している面の細胞膜は不明瞭である事が多い。しかもこの細胞の核はそれが反足細胞として分化されると同時に、他の 2 細胞に先立っていち早く次の分裂の前期を示しており、このために胚嚢内が分化された時に反足細胞が 4 個あるかのように見える場合がある(第 3 図)。この点からするならばコムギの胚嚢形成は典型的な *polygonum* 型とはいえないものである。

他の 2 反足細胞もこれに引続いてそれぞれ分裂し、合計 6 個の反足細胞となる(第 4 図)。この第一次の余剰分裂による反足細胞の増殖はカラザ極液胞内に向って進行するので、その液胞は非常にせばめられる。次いで各細胞はほぼ同時に第二次余剰分裂を行って 12 細胞となる(第 5 図)。この際最もカラザよりに形成された細胞は胚嚢の縁に沿って遂にカラザ極に到達し、カラザ極液胞は反足細胞によって埋め立てられてしまう。この期の反足細胞内にはそれぞれ液胞が認められ、細胞質が脊薄となっている点が注目される。

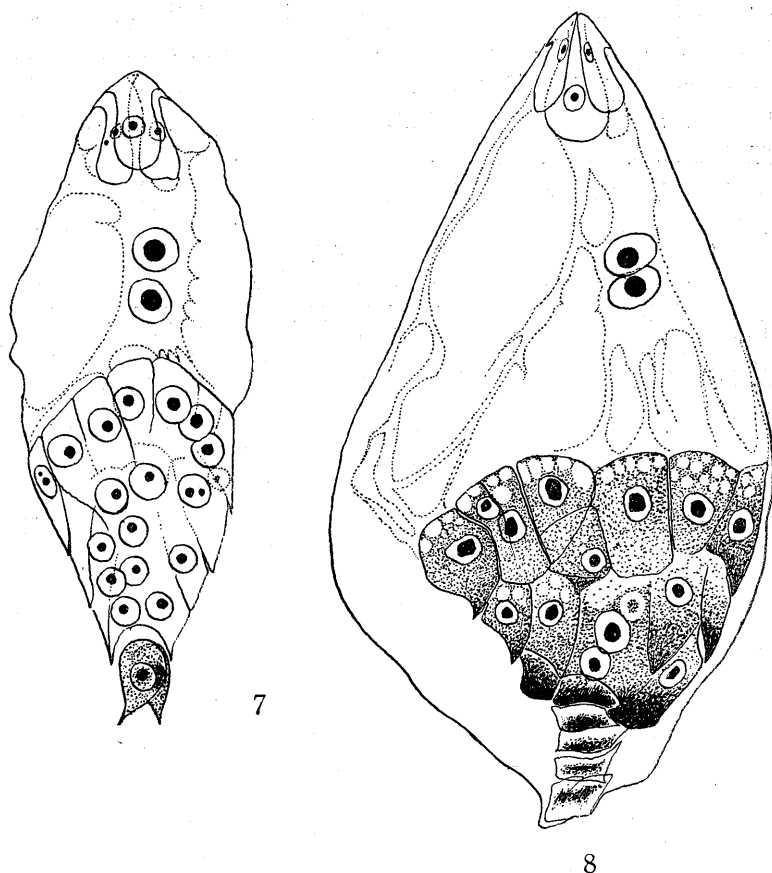
カラザ極側の 2 個の細胞は他と異なる分裂を引続いて示す；カラザ極の細胞は分裂の結果それぞれラッキョウ型をした特徴ある 2 細胞となり珠孔組織内に先端を侵入させ、一種の吸足と考えられる器官を形成する。その背後の 2 細胞は細胞質が少なく、液胞に囲まれ、又細胞膜も不明瞭でむしろ 2 個の裸核が相接している如くに見える。他の 10 個の反足細胞は胚嚢軸に沿って細長い細胞の群塊となり、液胞は消失して細胞質の増加を示し、染色性が急に高まってくる。(第 6 図) この時期は開花前 5~6 日頃で、反足細胞が分化されてから 3 日目である。

その翌日に第三次余剰分裂がおこって反足細胞数は約 20 個になり、更に第 4 次余剰分裂の結果約 40 細胞よりなる反足組織が形成されて、胚嚢容積の半分以上を占めるに至る(第 7 図)。反足細胞の分裂はここに至って停止する。吸足も分裂、発達して数個以上の細胞よりなり、とくにカラザ極に位置する細胞が大型である。この期間を通じて胚嚢全体も肥大生長を続けてはいるが、反足細胞の分裂、増殖がより旺んなために反足細胞個々の大きさは 3~6 核期のものよりは小型となる。第 2 次以後の余剰分裂は日屋の採取試料では分裂像を殆んど認めることがない点から、夜間から早朝にかけて分裂するのではないかと想像される。

開花の 2 日前頃になると吸足の細胞は退化し始め、反足組織も吸足に近い細胞から退



第1図 同時分裂によつて胚嚢内に8核形成 (開花前9日). 第2図 胚嚢内が分化された直後, 反足細胞は3個であるが, そのうちの1細胞は早くも次の分裂の中期, 他の2個も前期を示す. (開花前8日). 第3図 その直後, 反足細胞が4個になつた胚嚢. (開花前8日). 第4図 反足細胞の第1次余剰分裂直後. (6細胞期). (開花前8-7日). 第5図 第2次余剰分裂後, カラザ極に反足細胞の1つが位置する. カラザ側液胞は埋めたてられる. 第6図 カラザ極の細胞が吸足を形成, 反足細胞の細胞質は充実する. (開花前6-5日). E: 卵装置, P: 極核, A: 反足細胞, H: 吸足 N: 珠心表皮. 各 (×約500)



第7図 第4次余剰分裂直後、反足細胞数約40。(開花前4~3日)。(×約500) 第8図 胚嚢の不相称化を伴った成長と反足細胞の成長。吸足は退化。吸足側から反足細胞も退化を始める。各反足細胞に液胞(開花前2~1日)。(×約480)

化の兆を示す(第8図)。ところがこの時期に、胚嚢全体は急激に大きくなり、特に横幅の肥大が著しい。それに伴って反足細胞も大型に成長するが珠孔側の細胞ほどそれがさかんである。しかし他方カラザ側の細胞は全く成長せずむしろ退化し始めている状態なので、反足組織全体はカラザ極を要とした扁平な扇形になる。同時に全ての反足細胞内に液胞が出現し以後次第に発達する。この液胞はいずれの細胞においても珠孔側に認められ、核はカラザ側に位置する点が注目される。珠孔側の反足細胞の成長は開花当日迄続くが、次第にその核は不定形化し、仁も歪形になって老化が進むことが認められる。一方カラザ側からの退化も進み約40細胞あった反足細胞が、次第に減少して開花当日

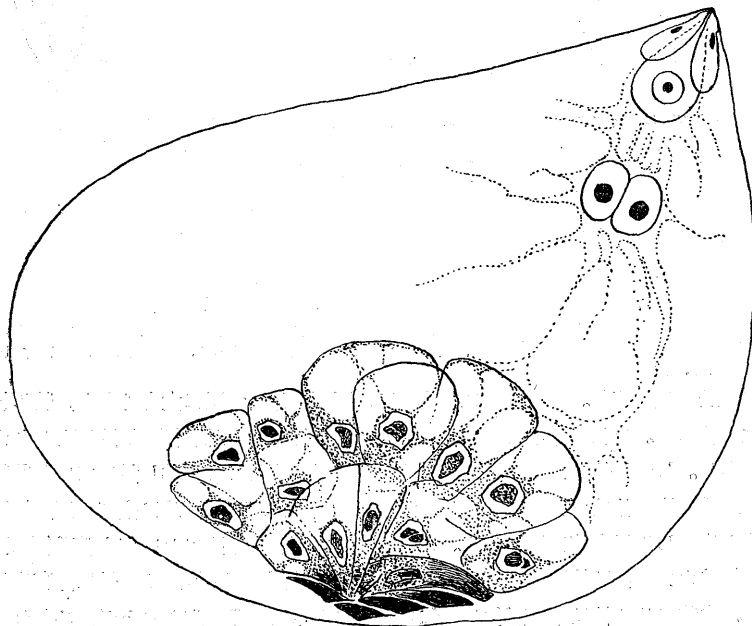
迄に 14~17 個の老化巨大細胞の塊として残存することになるのである(第9図)。

従来、反足細胞の数如何については Percival(1921)が始め 3 個で追加分裂の結果、開花時迄に 6~10 個に増えると記載したが、コムギでは開花の数日前に数としては最大値約 40 個を示し開花当日迄にそれが退化し数が減りつつある状態にあることが本実験の結果明らかになった。従って開花時の反足細胞の数については明確な判定を下しかねることが多いが、大よそ 14~17 個であり、稀には退化が遅く 20 個以上の細胞の認められる胚囊もある。

第1表 コムギの反足細胞数

品 種	農林 26 号			農林 42 号			埼玉 27 号	平 均
生育栄養状態	多肥	普通	無肥	多肥	普通	無肥	普 通	
開 花 前 日	25	23	27	23	27	26	24 ~ 31	26
開 花 時	16	16	15	15	16	14	17	16

第1表に示すように、開花時の反足細胞について品種別、および生育栄養状態別に検



第9図 開花当日の完熟胚囊。(×250)

討したが、差は認められなかった。しかし開花前日と当日の胚嚢を比較してみると、反足細胞の数が胚嚢の age によって著しい差を示すことが判った。今後イネ科のいろいろの種の反足細胞について比較検討するためには、本実験のようにそれぞれ発生学的に調査することが興味深いと思われるが、実際上それは困難な問題である。そこで便宜上開花時の状態で比較してみたいと考えているが、その場合に観察する胚嚢の age に厳密な注意を払わないと、同一の種ですらかなりの差異を生じるおそれがあることが判る。コムギにおいて Percival (1921) が 6~10 個と記し、Körnicke (1896) が 36 個と記したその相違も、この理由によるものと推測されるのである。

コムギにおいては卵装置の近くで精子を受けた極核は必ず反足細胞に向って接近移動し反足細胞に接着した後にはじめて受精を完了し、次いでその周囲細胞質を増加して胚乳としての分裂を開始することが知られた (星川 1959) このことは反足細胞が胚乳の初期発生に何らかの栄養補給的関与をしていると解釈される。尚反足細胞は受精後 5~7 日で殆んど退化消失してしたが、不受精の場合は、花後 7~10 日後までその形態を保っていることもこの推測を裏づけるものであろう。

本実験で得た結果によれば、反足細胞は吸足の分化、余剰分裂等の諸現象を示すことからして開花前の胚嚢の形成にも重要な関与(とくに栄養的な)をしているものではないかと考えられる。

尚本研究については静岡県立磐田農高樋口明氏の御援助を得た。厚く御礼申し上げます。

摘 要

コムギの反足細胞の形成を発生学的に観察した。反足細胞は卵装置及び極核と共に胚嚢内で分化された当初は 3 細胞で、胚嚢のほぼ中部に位置する。各細胞は殆んど同時に以後 4 回の余剰分裂を行って約 40 細胞となり胚嚢容積の半分を占める。その第二回目の分裂の後、カラザ極に位置した細胞は他の反足細胞とは特異性を示し、特殊な吸足器官を形成する。この吸足は反足細胞第 4 次分裂の後に退化し、続いて反足細胞もカラザ側のものから退化し始める。珠孔側の反足細胞は完熟期の胚嚢の拡大に伴って大型に成長しつゝ老化する。開花時には反足組織は胚嚢の側辺部に位置し、14~17 個よりなる巨大老化細胞の群塊となる。その細胞数は品種及び栄養条件によっては差はみられず、むしろ胚嚢の age による差異が著しい。

反足細胞は胚乳の初期発育に関与すると解釈されるが又、開花期の胚嚢の成長にも関連をもつものと考えられる。

引用文献

1. Percival, J.: Wheat plant. A monograph. 1921.
2. Körnicke, F.: Ver. Naturhist. Ver. Preuss. Rheinl. u. Westf., **53**: 1896.
3. 山浦 篤: 植雑 **47**: 1933.
4. Schnarf, K.: Embryologie der Angiospermen. 1927.
5. Randolph, L. F.: Jour. Agr. Res. **53**: 1936.
6. 星川清親・樋口 明: 日作紀 **29**: 1960.
7. 星川清親: 日作紀 **28**: 1959.

Resume

The formation of antipodal cells of *Triticum aestivum* L. (common wheat) was studied embryologically.

At first, three antipodal cells were differentiated through the nuclear divisions and they belong to *Polygonum* type, and were situated at the middle of the embryo sac. Thereafter the antipodal cells proceeded with 4 times of additional cell divisions and resulted in about 40 cells which filled up the chalazal half space of the embryo sac.

Immediately after the second division, one of the antipodal cells which was located at the chalazal pole showed a singularity and formed a haustrium composed of some special shaped cells. The antipodal haustrium was short-lived and degenerated after the fourth and the last division of other antipodal cells, and the contiguous antipodal cells also began to degenerate continuously. However, antipodal cells of micropylar side increased in their size accompanying with rapid enlargement of the embryo sac.

At the flowering day, antipodal complex was situated in somewhat lateral side of the embryo sac, and consisted 14-17 large, mature cells.

The number of the antipodal cells had no relation with the varietal and nutritional differences but varied with age of the embryo sac remarkably.

Antipodal cells contribute not only to the early stage of the endosperm development, but also to the growing of the embryo sac.